

DERWENT-ACC-NO: 1990-342905

DERWENT-WEEK: 199708

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Optical radar using two linear  
rasters of laser diodes -  
measures distance by coordinated  
optical radar processing  
of emitted and reflected laser light

INVENTOR: EIBERT, M; LUX, P ; METZDORFF, W

PRIORITY-DATA: 1989DE-3915627 (May 12, 1989)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	
LANGUAGE		MAIN-IPC	
EP 396865 A		November 14, 1990	N/A
000	N/A		
ES 2093617 T3		January 1, 1997	N/A
000	G01S 017/88		
DE <u>3915627</u> A		November 15, 1990	N/A
000	N/A		
DE <u>3915627</u> C		August 1, 1991	N/A
000	N/A		
US 5048950 A		September 17, 1991	N/A
000	N/A		
EP 396865 B1		September 11, 1996	G
006	G01S 017/88		

INT-CL (IPC): G01S007/48, G01S017/88

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 396865A

BASIC-ABSTRACT:

The optical radar system consists of a linear aggregate of  
consecutively pulsed  
laser diodes and an analogous linear aggregate of reflected  
light sensing  
diodes in parallel thereto, both working into an optical

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

lens system which ensures that reflected light which derives from a particular emitter diode will be received by a corresp. diode in the sensor array.

The interval of time is measured and each scanning line contributes to assembling a distance image. Time differentials between successive time intervals produce a reflection image. To obtain the image data, a system clock is applied to both rows of diodes. To evaluate the often very weak reflection signal, noise picked up on the way is removed by optical and electrical filters. The interval between a light impulse emitted and received appears as a counter output. To avoid errors from partial reflections, such as may arise from fog, a time gate is used which disables any diode output applied to the counter outside a time window.

ADVANTAGE - No mechanical mirror movements. Low power.

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3915627C

#### EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The optical radar described, in particular laser radar for taking pictures at a distance or by reflection, has a laser light source, a light receiver constructed as a row of diodes, one or more image-forming optical systems, and electronic processing units. The light source also is constructed as a row of diodes, working with the optical system so that an image of a light pulse from a definite emitting diode is formed after reflection in a definite raster field of the object on a definite receiving diode. The information concerning distance is obtained by processing the transit time.

USE/ADVANTAGE - Radar unit suited for distances less than 10m, with long life and good store life.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(5pp)

EP 396865B

Optical radar for taking distance or reflection images with a diode arrangement as light source, a diode arrangement as light receiver, one or a plurality of imaging optical systems and an electronic processing with unit, characterised in that the radar is provided with a first linear diode array the single diodes of which can be actuated individually by means of a first electric circuit in order to transmit triggered light pulses and this transmitter diode array-viewed from the object - is positioned beside and not behind a second diode array formed as receiver, both arrays being of linear design and the positioning being carried out in a manner such that a light pulse from a particular transmitter diode is imaged on a particular receiver diode after reflection in a particular grid field of the object, in that a second electric circuit is connected to the diodes of the receiver array and to the first electric circuit in order to determine the transit time of the light pulse - thus its propagation time - from the start of the triggering of a transmitter-array diode to the receipt of the light pulse in the corresponding associated receiver-array diode, and in that a system timer is available and actuates a sequential triggering of a transmitter-array diode and time-correlated receipt of the light pulse of the associated receiver-array diode over all of the pairs of transmitter-array diodes/associated receiver-array diodes.

US 5048950A

Optical radar includes a linear transmitter diode array with each diode in the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

array is individually controllable for transmitting a light pulse on being triggered. A receiver diode array is positioned in relation to the transmitter array in conjunction with optical imaging device. A diode of the transmitter array is imaged on the ground on the same area which is seen by a particular diode of the receiver array. A 1:1 relation is established between a diode providing a particular transmitted light pulse and a diode that can receive the pulse. ADVANTAGE - Higher use life and storage life.

(6pp)

----- KWIC -----

Priority Serial Number - PRN (1):

3915627

Patent Family Serial Number - PFPN (3):

3915627

Patent Family Serial Number - PFPN (4):

3915627

Document Identifier - DID (3):

DE 3915627 A

Document Identifier - DID (4):

DE 3915627 C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 39 15 627 C 2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 S 7/48  
G 01 S 17/08  
G 01 S 17/88

21 Aktenzeichen: P 39 15 627.3-35  
22 Anmeldetag: 12. 5. 89  
43 Offenlegungstag: 15. 11. 90  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 8. 91

DE 39 15 627 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Dornier Luftfahrt GmbH, 8000 München, DE

72 Erfinder:  
Metzdorff, Walter, Dr., 7990 Friedrichshafen, DE;  
Lux, Peter, Dipl.-Phys. Dr., 7994 Langenargen, DE;  
Eibert, Max, Dipl.-Phys. Dr., 7990 Friedrichshafen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 29 20 951 A1  
DE 29 09 090 A1  
»Preisgekröntes Laser-Distanzmeßgerät«, in: DE-Z.:  
Elektronik 19/19.09.86, S.18 u. 23;

54 Optisches Radar

DE 39 15 627 C 2

Die Erfindung betrifft ein optisches Radar, insbesondere ein Laserradar nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es dient zur Erstellung von Entfernungsbildern aus Fluggeräten.

Entfernungsbilder sind solche, deren Bildpunkte nicht Angaben über die reflektierte Energie, sondern über die Entfernung des jeweiligen Punktes machen. Bei einem Schwarz/Weiß- oder ein Graustufenbild können so zum Beispiel nahe Objektpunkte dunkel sein, während entfernte Objektpunkte heller dargestellt werden. Entfernungsbilder können zur Navigation oder Navigationsaufdatung von Fluggeräten verwendet werden. Dabei wird ein vom Fluggerät überflogenes Gebiet zeilenweise abgetastet.

Dazu sind Systeme bekannt, die mechanisch bewegte Bauteile aufweisen, wie Klappspiegel oder rotierende Polygonspiegel. Diese Bauteile lenken einen Laserstrahl zeilenweise über den Boden und leiten die zurückkommende Energie einem Detektor zu. Der Nachteil der mechanisch beweglichen Sensoren liegt in der Systemlebensdauer und der begrenzten Lagerbarkeit sowie in der schlechteren Eignung für sehr hohe Flugeschwindigkeiten.

Aus der DE 29 09 090 A1 und der DE 29 20 951 A1 sind Entfernungsmeßsysteme bekannt, die je eine Lichtquelle, einen als Diodenzeile ausgebildeten Lichtempfänger, eine oder mehrere Optiken und eine elektronische Verarbeitung aufweisen. Das vom Objekt reflektierte Licht kommt je nach Entfernung des Objekts unter einem anderen Winkel zurück und fällt dann auf eine andere Diode der entsprechend aufgestellten Zeile. Die Systeme arbeiten also nach dem Triangulationsprinzip und eignen sich daher nur für relativ kurze Entfernungen ( $< 10$  m).

Aus dem Zeitschriftenartikel "Preisgekröntes Laser-Distanzmeßgerät" in DE-Z Elektronik 19/19, Sept. 1986, Seiten 18 und 23, ist ein Gerät bekannt, das einen Lichtsender, eine Optik, einen CCD-Zeilensensor und eine Auswerteschaltung aufweist. Der CCD-Zeilensensor ist im Unschärfbereich der Optik angeordnet. Das von einem Lichtpunkt auf dem Objekt reflektierte Licht wird daher nicht scharf auf einen Punkt des Sensors abgebildet, sondern fällt — noch unscharf — auf mehrere nebeneinanderliegende Sensoren. Die Anzahl der beleuchteten Sensoren (die Größe der "Unschärfescheibe") ist ein Maß für den Abstand des Objekts. Das Meßgerät eignet sich daher vor allem für den Nahbereich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein optisches Radar für Entfernungen  $< 10$  m vorzuschlagen, das eine hohe Lebensdauer und eine gute Lagerbarkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einem optischen Radar mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ausführungen der Erfindung sind Gegenstände von Unteransprüchen.

Wie bei den Geräten für den Nahbereich bekannt, wird auf mechanische Strahlschwenkung verzichtet. Diese wird rein elektronisch durchgeführt. Statt der mechanischen Ablenkeinheiten sind zwei Diodenreihen parallel zueinander aufgestellt, von denen die eine als Sender, die andere als Empfänger dient. Beide Reihen sind mit einer oder mehreren Optiken so zueinander justiert, daß das von einer bestimmten Senderdiode ausgesandte Licht einen bestimmten Rasterpunkt am Objekt trifft und von dort auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird.

Die Sender- und Empfängerzeilen sind bevorzugt

parallel zueinander angeordnet. Sie können auch leicht gegeneinander geneigt angeordnet sein, so daß senkrecht ausgestrahltes Licht auch senkrecht auf dem Empfänger auftrifft. Die Strahlschwenkung und die Auswertung erfolgen elektronisch, wobei im wesentlichen aus dem Zeitintervall zwischen abgesandten und empfangenen Impuls die notwendigen Daten berechnet werden.

Die Erfindung wird anhand zweier Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführung eines erfindungsgemäßen optischen Radars,

Fig. 2 eine Elektronik zum Betrieb eines solchen Radars.

Fig. 1 zeigt eine Ausführung eines erfindungsgemäßen Laserradars in seiner Anwendung an einem Flugkörper, der sich mit der Geschwindigkeit  $v$  in der Höhe  $H$  über dem Boden bewegt und das Gelände zeilenweise abtastet. Der Sensor arbeitet ohne mechanisch bewegte Teile. Das Radar wird im wesentlichen von zwei Zeilen von Dioden gebildet (Senderzeile und Empfängerzeile), die parallel zueinander angeordnet sind, an der Unterseite des Fluggeräts befestigt sind nach unten oder schräg nach vorne blicken. Über eine (hier nur angedeutete) Optik bilden sie den entsprechenden Streifen am Gelände der Länge  $S$  ab. Jedem Rasterpunkt der Senderzeile entspricht ein Punkt am Boden der Abmessungen  $a \times b$  und ein Rasterpunkt in der Empfängerzeile mit der Abmessung  $a'$ .

Die Winkelablenkung erfolgt bei diesem Gerät durch nacheinander erfolgendes Ansteuern der einzelnen Elemente der Senderzeile mit zeitlich korreliertem Ansteuern des entsprechenden Punktes der Empfängerzeile.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Sensors. Dieser Sensor erzeugt zum Beispiel hier mit der Lichtimpulslaufzeitmethode Entfernungsbilder und Reflexionsbilder aus den rückgestreuten und reflektierten Anteilen des gesendeten Lichtimpulses von Szenen beziehungsweise Objekten.

Der Abtastvorgang des Sensors zur Entfernungs- und Reflexionsbildgewinnung (Ausgänge EB und RB) erfolgt sequentiell mit der elektronisch geschalteten Lichtimpulssendereinheit SE und der Lichtimpulsempfängereinheit EM, gesteuert vom System-Timer (ST). Das Ausführungsbeispiel beinhaltet z.B. je 64 Sender- und Empfängerelemente, die über ein koaxiales oder biaxiales Optiksistem auf die zu vermessende Szene abgebildet werden.

Ein Teil des von der Sendereinheit SE ausgesandten Lichts wird ausgekoppelt und dem Referenzempfänger RE zugeführt, der ein elektrisches Signal für die Startimpulsgewinnung im Signaldetektor SD 1, sowie die Messung der Sendeleistung mittels erstem Spitzenwert-Detektor PD 1 und erstem Analog/Digital-Wandler A/D 1 bereitstellt. Der Startimpuls initiiert den Beginn der Zeitintervallmessung im Zeitintervallzähler ZZ und startet ein Zeittor (Entfernungstor ET), welches zur Unterdrückung von Nahbereichsechos, z.B. durch Nebel, dient.

Die 64 Empfängerelemente im Empfänger EM sind über einen elektronischen Multiplexer (nicht gezeigt) mit einer allen Kanälen gemeinsamen Signalverarbeitung verbunden. Alternativ ist ein einzelner Empfänger mit einem optischen Multiplexer (ausgeführt in integrierter Optik) eine weitere Lösungsvariante.

Zur Minimierung des Rauschens durchläuft der vom Zielobjekt rückgestreute Lichtimpuls ein optisches Filter FI, sowie ein elektrisches Bandpaßfilter BP. Da die

Empfangsechos aufgrund unterschiedlicher Zielentfernungen und Objektreflektivitäten stark variieren, wird zur Stopimpulserzeugung das Constant-Fraction-Trigger-Prinzip im zweiten Signaldetektor SD 2 verwendet. Eine Rauschpegelsteuerung RS, sowie das Entfernungstor ET sorgen für eine vernachlässigbar geringe Fehldektionsrate. Die absolute Laufzeitmessung erfolgt mittels digitalem Zeitintervallzähler ZZ.

Die zur Empfangsleistung proportionale Signalamplitude der Empfängerelemente wird vom zweiten Spitzenwert-Detektor PD2 erfaßt und über den zweiten Analog/Digital-Wandler A/D2 zum Auswerteprozessor AP geführt. Der Prozessor verarbeitet die Leistungs- und Entfernungsdaten über geeignete Normierungsoperationen zu Reflektivitätsdaten und gibt diese parallel zum Entfernungsbild EB als Reflektivitätsbild RB aus.

Durch Anpassung der entsprechenden einzelnen Empfänger- und Sendergesichtsfelder, der Verwendung optischer und elektrischer Filter sowie einer Rauschregelung mit Detektionsschwellenanpassung, wird eine weitergehende Unabhängigkeit von der Umgebungsbeleuchtung bzw. von den Tages- und Jahreszeiteinflüssen erreicht. Damit können stabile Entfernungswerte mit minimalen Ausfallraten erzeugt werden.

Mit dem einstellbaren Entfernungstor ET wird eine zeitliche Begrenzung der Meßintervalle bzw. der Entfernungsbereiche erreicht. Damit können sowohl die Falschalarmrate als auch die Nahbereichseinflüsse reduziert werden.

#### Patentansprüche

1. Optisches Radar, insbesondere Laserradar zur Aufnahme von Entfernungsbildern oder Reflexionsbildern, mit einer Lichtquelle, einem als Diodenzeile ausgebildeten Lichtempfänger, einer oder mehreren abbildenden Optik und einer Verarbeitung, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle als Diodenzeile ausgebildet ist, die so mit der Optik zusammenarbeitet, daß ein Lichtpuls aus einer bestimmten Senderdiode nach Reflexion in einem bestimmten Rasterfeld des Objekts auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird, und daß die Verarbeitung die Entfernungsinformation über die Laufzeit berechnet.
2. Optisches Radar nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Diodenzeilen des Senders und des Empfängers parallel zueinander angeordnet sind.
3. Optisches Radar nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeilen leicht gegeneinander verkippt angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

Fig. 1



